

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-011366

(43)Date of publication of application : 13.01.1995

(51)Int.Cl.

C22C 19/05

C22C 30/00

C22F 1/10

(21)Application number : 05-153479

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 24.06.1993

(72)Inventor : YAMANAKA KAZUO

KAJIMURA HARUHIKO

(54) ALLOY EXCELLENT IN HOT WORKABILITY AND CORROSION RESISTANCE IN HIGH TEMPERATURE WATER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an alloy excellent in hot workability and corrosion resistance and to provide its producing method.

CONSTITUTION: This alloy excellent in hot workability and corrosion resistance in high temp. water is a one having a compsn. contg. $\leq 0.03\%$ C, $\leq 1.0\%$ Si, $\leq 1.0\%$ Mn, 35 to 43% Cr, 40 to 57% Ni, $\leq 0.5\%$ Al, $\leq 0.5\%$ Ti, $\leq 0.03\%$ N, Ca and Mg by $\geq 0.0004\%$ independently and by 0.001 to 0.03% in total and 0.1 to 3.0% Nb, and in which O and S in impurities are regulated to $\leq 0.002\%$ and $\leq 0.001\%$ respectively. Moreover, hot working in which total 0.5 to 5.0% of one or \geq two kinds among Mo, W and V are incorporated according to necessary is finished at least at $\geq 1020^\circ\text{C}$. This alloy is excellent in SCC resistance in Cl-contg. high temp. water and having good hot workability.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-11366

(43) 公開日 平成7年(1995)1月13日

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C22C 19/05

F

30/00

C22F 1/10

H

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全8頁)

(21) 出願番号

特願平5-153479

(22) 出願日

平成5年(1993)6月24日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 山中 和夫

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(72) 発明者 梶村 治彦

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住

友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 穂上 照忠 (外1名)

(54) 【発明の名称】 熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金

(57) 【要約】

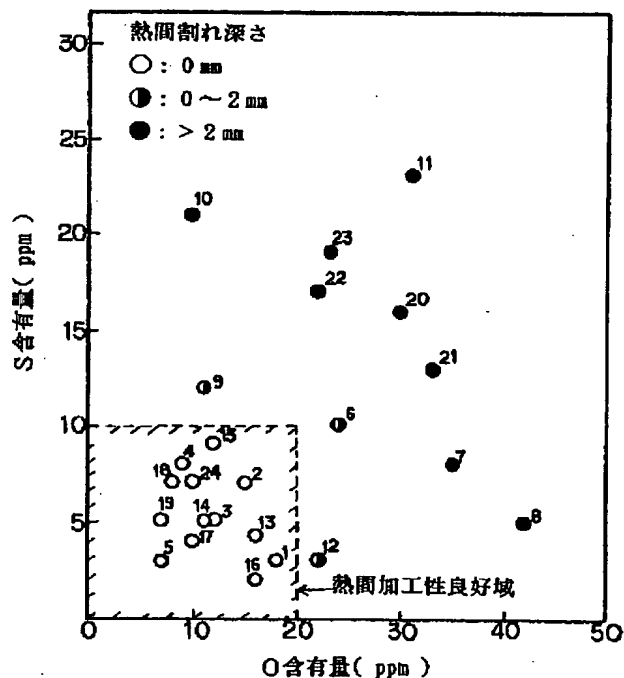
【目的】 熱間加工性と耐食性に優れた合金とその製造方法を提供する。

【構成】 (1) C : 0.03%以下、Si : 1.0%以下、Mn : 1.0%以下、Cr : 35~43%、Ni : 40~57%、Al : 0.5%以下、Ti : 0.5%以下、N : 0.03%以下、Ca、Mg : それぞれ単独で0.0004%以上、合計で 0.001~0.03%、Nb : 0.1~3.0 %を含有し、不純物中のOは 0.002%以下、Sは 0.001%以下である熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金。

(2) 上記 (1) 記載の成分に加えてさらに、Mo、WおよびVの1種または2種以上を合計で 0.5~5.0 %含有する上記 (1) の合金。

(3) 熱間加工を少なくとも1020℃以上の温度で終了させる上記 (1) または (2) の合金の製造方法。

【効果】 本発明の合金は、Cl⁻ 含有高温水中における耐SCC性に優れるとともに、良好な熱間加工性を有する。この合金は、高温高圧水に曝される化学プラントや原子力プラント(沸騰水型軽水炉)の炉心などの構造部材として好適なものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】重量%で、C:0.03%以下、Si:1.0%以下、Mn:1.0%以下、Cr:35~43%、Ni:40~57%、Al:0.5%以下、Ti:0.5%以下、N:0.03%以下、Ca、Mg:それぞれ単独で0.0004%以上、合計で0.001~0.03%およびNb:0.1~3.0%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、不純物中のO(酸素)は0.02%以下、Sは0.001%以下である熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金。

【請求項2】請求項1記載の成分に加えてさらに、重量%で、Mo、WおよびVの1種または2種以上を合計で0.5~5.0%含有する請求項1の熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金。

【請求項3】熱間加工を少なくとも1020℃以上の温度で終了させることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、原子力あるいは化学プラントにおいて、厚板、丸棒、パイプ、容器などの形態で使用される材料の素材として好適な、耐食性、特に耐応力腐食割れ性(以下、耐SCC性と記す)と熱間加工性に優れたNi-Cr合金に関する。

【0002】

【従来の技術】高温高圧水に曝される原子力プラント(沸騰水型軽水炉)や化学プラントにおいて用いられる上記の材料として、特公昭62-9186号公報や特開昭59-232246号公報等に開示されているような、Nb添加改良Alloy600合金(商品名、75%Ni-15%Cr-1.8%Nb-7%Fe合金、すべて重量%)や同じく改良Alloy690合金(同、60%Ni-30%Cr-1.8%Nb-7%Fe合金、すべて重量%)などのNi基合金に代表される合金がある。

【0003】しかし、このようなNb添加高CrのNi基合金では高温延性が低く、熱間加工性が悪いため、熱間加工時にヒビ割れや端面耳割れが生じ、所定厚さの製品が得られにくいという問題がある。さらに、上記の合金の溶接部では熱影響により、Nbを添加して固溶C、NをNb(C、N)として固定し安定化した効果は消失し、Cは結晶中に再固溶する。このため溶接熱影響部ではCr炭化物の粒界析出によって粒界近傍にCr欠乏層が形成され、いわゆる鋭敏化状態が生じて、その部分の耐食性が劣化する現象が起こる。

【0004】特開昭57-161043号公報には、Ni50~60%、Cr33~38%を含有する合金にYを0.010~0.10%添加して熱間加工性を改善する合金が示されている。しかし、Yのみの添加では熱間加工性に有害なO(酸素)を適切に抑制することはかなり困難である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、熱間加工性と高温水中の耐食性、特に耐SCC性に優れた

合金とその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、次の(1)、(2)の合金と(3)のそれらの合金の製造方法にある。

【0007】(1)重量%で、C:0.03%以下、Si:1.0%以下、Mn:1.0%以下、Cr:35~43%、Ni:40~57%、Al:0.5%以下、Ti:0.5%以下、N:0.03%以下、Ca、Mg:それぞれ単独で0.0004%以上、合計で0.001~0.03%およびNb:0.1~3.0%を含有し、残部がFeおよび不可避不純物からなり、不純物中のO(酸素)は0.002%以下、Sは0.001%以下である熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金。

【0008】(2)上記(1)記載の成分に加えてさらに、重量%で、Mo、WおよびVの1種または2種以上を合計で0.5~5.0%含有する上記(1)の熱間加工性および高温水中の耐食性に優れた合金。

【0009】(3)熱間加工を少なくとも1020℃以上の温度で終了させることを特徴とする上記(1)または上記(2)に記載の合金の製造方法。

【0010】本発明でいう「高温水」とは、耐SCC性に有害なイオン種であるCl⁻イオンを含有する温度250~350℃程度の水を意味する。

【0011】

【作用】本発明者らは、次の①~⑤の知見に基づいて本発明をなした。

【0012】①前記特開昭58-153763号公報に示される合金(Cr:15~35%、Nb:0.10~2.0%)よりもさらにCr含有量を高める(Cr:35~43%)ことで、溶接熱影響部の鋭敏化を格段に軽減することができる。このため応力腐食割れなどの局部腐食が生じず、耐食性が劣化することはない。

【0013】②かつ、Nb含有量とNb/Cを適正にすることで、上記効果が向上する。

【0014】③熱間加工性を向上させるには、不純物成分であるOとSとを同時に適正な含有量に抑制する必要がある。

【0015】④OとSとを適正に抑制するには、前記特開昭57-161043号公報に示されるようなY(希土類元素)添加では困難であり、Oとの親和力が大きいMgおよびSとの親和力が大きいCaを適正量で複合添加する方が有効である。

【0016】⑤熱間加工終了温度には、割れ発生を少なくする好適な温度がある。

【0017】以下、本発明の合金の化学組成と熱間加工終了温度を前記のように限定した理由を説明する。%は重量%を意味する。

【0018】C:0.03%以下

Cは溶接の際の熱影響により、クロムカーバイド(Cr₂₃C₆)を析出させて粒界でのCr欠乏層を生じさせ、耐食性

劣化をもたらす元素である。C含有量が0.03%を超えると粒界での耐食性が劣化するので、その含有量は0.03%以下とした。

【0019】Si、Mn：それぞれ 1.0%以下

Si、Mnはいずれも合金の脱酸剤として作用する元素であり、それぞれ、ある程度含有させることが必要である。しかし、いずれも含有量が 1.0%を超えると合金の溶接性や清浄度を低下させるので、それぞれ含有量は 1.0%以下とした。

【0020】Cr：35~43%

Crは耐SCC性を維持するために必要不可欠な元素である。この含有量が35%以下であると、溶接熱影響部においてCr欠乏層が生じるのを防止することができず、鋭敏化が顕著となる。このため耐応力腐食割れ性や耐食性が確保できない。

【0021】一方、43%を超えると金属間化合物が生成して熱間加工性の劣化を招く。よって、Cr含有量の範囲は35%以上43%以下とした。

【0022】Ni：40~57%

Niは耐食性の向上に有効な元素であり、特に耐酸性および塩素イオン(Cl^-)を含有する高温水中における耐SCC性を向上させる。この効果を得るためにNi含有量は40%以上とすることが必要である。一方、耐食性のみの観点からは特に上限を設ける必要はないが、Crなどの他元素の含有量を考慮すれば、Ni含有量の上限は57%とすることで十分である。

【0023】Al：0.5%以下

AlもSi、Mnと同様、脱酸剤として有効な元素であるが、その含有量が 0.5%を超えると合金の清浄度を低下させるため 0.5%以下とした。

【0024】Ti：0.5%以下

TiはNと化合しTiN またはTi(C、N)としてNを固定し、熱間加工性を改善するのに有効な元素である。Ti含有量が 0.5%を超えるとその効果が飽和するため、上限は0.5%とした。

【0025】N：0.03%以下

Nは、その含有量が多くなるとTiN系介在物が増加し、合金の清浄度を悪化させるとともに、孔食の起点になりやすいため、N含有量は0.03%以下に抑制する必要がある。

【0026】Nb：0.1~3.0%

Ni基合金(Ni含有量が40%以上)では、TiよりもNbの方がCの固定効果大きい。したがって、NbはCを固定しCr炭化物の生成を抑制するために含有させる。

【0027】この効果を得るにはNb含有量を 0.1~3.0%とする必要がある。

【0028】Nb含有量が0.1%未満では、上記Cの固定効果が不十分となるため、鋭敏化が生じ粒界腐食が起こりやすくなる。一方、3.0%を超えるとその固定効果が飽和する上に、高温延性を大きく低下させる。よって、

Nb含有量の範囲は 0.1~3.0%とした。

【0029】Ca、Mg：それぞれ単独で0.0004%以上、合計で 0.001~0.03%

Ca、Mgはそれぞれ、熱間加工性に有害なSとOとの親和力が大きい元素である。熱間加工性を良好にするには、合金中に存在するSとOを低減するとともに、CaおよびMgを複合含有させることにより、SとOとをそれぞれCaS、MgOとして固定することが必要である。この効果を得るためには、Ca、Mgのそれぞれ単独で0.0004%以上、CaとMgの合計で 0.001%以上含有させなければならない。一方、合計で0.03%を超えるとその効果が飽和するだけでなく、介在物が増加して合金の清浄度を劣化させるので、これらの合計含有量の上限は0.03%とした。

【0030】O(酸素)：0.002%以下

合金中に存在する量が多くなると熱間加工性を劣化させる元素であり、0.002%以下に抑制する。

【0031】S：0.001%以下

Oと同様に、合金中に存在する量が多くなると熱間加工性を劣化させる元素であり、0.001%以下に抑制する。

【0032】粒界に偏析して粒界脆化を起こしやすいOとSとを同時に上記の範囲に抑制し、かつ前記のCa、MgでSとOとをそれぞれCaS、MgOとして固定することで、結晶粒界で発生する熱間加工時のヒビ割れや端面耳割れを防止することができる。

【0033】本発明の合金では、必要に応じて次の元素の中から選んだ1種または2種以上を含有させることができる。

【0034】Mo、W、V：これらの元素は耐孔食性の向上に有効な元素である。これらの元素のそれぞれ1種の含有量または2種以上の合計含有量が 0.5~5.0%となるように添加する。0.5%未満では、表面の不動態皮膜が強化されないため耐孔食性の十分な向上が望めない。一方、5.0%を超えるとこの効果が飽和するだけでなく、熱間加工性を著しく劣化させる。

【0035】熱間加工終了温度：1020℃以上

高Cr高Ni合金は高温においても変形抵抗が高く、熱間加工が困難である。したがって、熱間加工性は加工の終了温度に敏感である。熱間加工終了温度が1020℃未満では合金素地(粒内)の変形抵抗が著しく高く、粒内強度が粒界強度に比べて高くなって粒界強度が相対的に低下する結果、粒界割れが発生しやすくなる。

【0036】このため、熱間加工の終了温度は1020℃以上とした。この上限は特に限定しないが、あまり高温になると結晶粒の粗大化を招き、合金の機械的性質を劣化させるので1100℃以下とするのが望ましい。

【0037】本発明合金は前記の成分を含有するものである。本発明合金の望ましい組織は、結晶粒界への Cr_{23}C_6 の析出を抑制し、結晶粒界近傍のCr欠乏層の生成や、これによるSCC発生を防止することができるようにした組織である。このため、適切な熱処理を施すことが望

ましい。

【0038】本発明合金の熱処理には機械的性質を調整するための焼鈍と、その後必要に応じて施されるCr欠乏層をなくする熱処理とがある。

【0039】本発明の合金を焼鈍する際の温度は1000～1200℃とするのがよい。焼鈍温度が1000℃未満では、引張り強さ、耐力、硬さなどが必要以上に大きくなる。一方、1200℃を超えると結晶粒が著しく粗大化するとともに、引張強さ、耐力、硬さなどについて所定の特性が得られなくなる。

【0040】本発明の合金は、このような焼鈍のままでも十分に耐食性に優れたものであるが、さらに800℃以下の温度で0.1時間以上の熱処理を施すと、Crが結晶粒内から粒界へ拡散して粒界近傍のCr欠乏層が回復されるので、Cr₂₃C₆の粒界析出があっても高温高濃度のアルカリ存在下における粒界型SCCも発生しなくなる。

【0041】

【実施例】表1(1)および表1(2)に示す化学組成の合金を真空溶解法で溶製し、150mm角×長さ1000mmの鋼塊とした。表1のNo.1～5、No.13～19、No.24およびNo.29が本発明合金、No.6～12、No.20～23およびNo.25～28が比較合金である。

【0042】これらの合金を用いて、熱間加工性試験およびCl⁻を含有する高温水中での耐粒界応力腐食割れ性試験を行った。

【0043】(1) 熱間加工性試験

上記鋼塊を1200℃で5時間加熱した後、熱間で厚さ50mmの板に仕上げた。このときの各合金の熱間加工の終了温度を表2に示す。

【0044】このようにして得られた厚板の表面の割れの有無をPT(浸透探傷法)で調べるとともに、割れのあるものについては切断、研磨した後、光学顕微鏡で割れ深さを測定する方法で熱間加工性を評価した。これらの試験結果を表2および図1に示す。

【0045】(2) 耐粒界応力腐食割れ性(耐SCC性)試験

上記(1)で得られた厚さ50mmの板を1200℃に再加熱した後、厚さ7mmまで熱間圧延した。さらに、アルゴン雰囲気中で1100℃、30分空冷の焼鈍後、700℃、1時間の鋭敏化処理を施した。耐SCC試験片は、この鋭敏化処理を施した板材から作製した厚さ2mm×幅10mm×長さ75mmの短冊状試験片を用いた。

【0046】耐SCC性は、これらの試験片をエメリー紙320番で研磨した後、U字型に曲げてボルト、ナットで拘束し、オートクレーブ容器内で350℃の3%のNaClを含有する高温水中に1000時間浸漬した後、最大割れ深さを光学顕微鏡で測定する方法で評価した。これらの結果を表2に示す。

【0047】図1は、熱間割れ深さに及ぼすSおよびO含有量の影響を示す図である。図中の番号は表1の合金No.と対応し、縦軸と横軸はWtppmで表示している。

【0048】表2および図1からわかるように、S含有量が10ppm以下、O含有量が20ppm以下、(Ca+Mg)含有量が10ppm以上で、かつ熱間加工終了温度を1020℃以上とした本発明合金(No.1～5、No.13～19、No.24、No.29)では、熱間割れは認められず、また高温水中の耐SCC性も良好である。

【0049】一方、S、O、(Ca+Mg)およびNbの各含有量のうちのいずれか一つまたは二つ以上が本発明で定める範囲を外れる比較合金(No.6～12、No.20～23、No.28)では、熱間加工終了温度が1020℃以上の場合であっても、熱間割れが発生する。化学組成が本発明で定める範囲であっても、熱間加工終了温度が低い比較合金(No.25～27)では、同様に熱間割れが発生する。

【0050】Nb含有量が本発明で定める下限0.1%より低い比較合金(No.28)では、S、O、(Ca+Mg)の各含有量および熱間加工終了温度が本発明で定める範囲内であれば、熱間割れは発生しないが、鋭敏化処理の影響を強く受けて耐食性が劣化し、Cl⁻含有高温水中で応力腐食割れを生ずる。

【0051】

【表1(1)】

表 1 (1)

区 分	合金No	化 学 组 成 (重量%, Fe: bal)										化 学 组 成 (重量 ppm)						
		C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Ti	Al	N	Nb	Mo	W	V	Mg	Ca	S	O
本 発 明 合 金	1	0.021	0.27	0.44	0.011	52.22	38.04	0.23	0.12	0.020	2.20	—	—	—	12	4	3	18
	2	0.019	0.23	0.44	0.011	53.10	36.10	0.21	0.10	0.022	2.23	—	—	—	5	5	7	15
	3	0.019	0.23	0.40	0.010	50.06	39.51	0.21	0.10	0.018	2.36	—	—	—	7	6	5	12
	4	0.022	0.20	0.40	0.009	51.02	39.63	0.23	0.11	0.028	1.55	—	—	—	5	8	8	9
	5	0.021	0.21	0.41	0.010	54.81	35.76	0.23	0.10	0.019	2.44	—	—	—	12	10	3	7
比 較 合 金	6	0.020	0.20	0.46	0.014	53.06	37.01	0.22	0.10	0.015	2.22	—	—	—	5	3	10	24
	7	0.020	0.26	0.44	0.011	52.48	38.66	0.20	0.11	0.018	2.40	—	—	—	5	1.5	8	35
	8	0.018	0.23	0.45	0.011	52.61	39.83	0.20	0.09	0.016	2.63	—	—	—	7	1	5	42
	9	0.018	0.23	0.45	0.010	53.08	35.23	0.21	0.13	0.016	2.09	—	—	—	3	6	12	11
	10	0.018	0.22	0.43	0.016	52.29	38.55	0.21	0.11	0.018	2.28	—	—	—	1.5	5	21	10
	11	0.019	0.19	0.40	0.013	53.09	35.98	0.21	0.11	0.020	1.06	—	—	—	1.5	2	23	31
	12	0.021	0.20	0.33	0.013	50.88	39.01	0.20	0.11	0.018	2.60	—	—	—	5	3	3	22

【0052】

【表 1 (2)】

表 1 (2)

区分	合金	化 学 组 成										(重量%, Fe: bal)					化 学 组 成 (重量 ppm)				
		C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Ti	Al	N	Nb	Mo	W	V	Mg	Ca	S	O			
	13	0.020	0.22	0.48	0.013	55.08	35.63	0.19	0.09	0.018	2.33	0.65	—	—	9	5	4	16			
本	14	0.019	0.26	0.47	0.010	51.66	36.69	0.20	0.10	0.020	1.22	4.23	—	—	7	7	5	11			
発	15	0.018	0.20	0.36	0.013	52.26	37.01	0.19	0.10	0.016	0.98	—	0.88	—	4	6	9	12			
明	16	0.018	0.30	0.36	0.012	54.32	35.06	0.26	0.09	0.016	1.63	—	4.01	—	18	5	2	16			
合	17	0.019	0.28	0.35	0.011	52.63	38.77	0.22	0.13	0.015	2.88	—	—	0.70	9	8	4	10			
金	18	0.020	0.26	0.36	0.011	53.69	36.13	0.20	0.10	0.018	2.76	—	—	4.88	5	9	7	8			
	19	0.020	0.25	0.36	0.012	53.11	37.63	0.20	0.10	0.018	2.13	0.29	0.31	0.10	7	10	5	7			
	20	0.018	0.23	0.41	0.012	52.67	36.88	0.22	0.10	0.020	0.86	3.89	—	—	2	2	16	30			
比	21	0.018	0.23	0.41	0.010	52.18	37.21	0.26	0.09	0.026	1.53	—	2.56	—	3	1	13	33			
較	22	0.020	0.20	0.33	0.010	54.69	37.00	0.19	0.13	0.018	2.21	—	—	4.61	2	1.5	17	22			
	23	0.018	0.20	0.35	0.013	50.36	36.88	0.19	0.13	0.018	2.00	0.41	0.10	0.21	2	1.5	19	23			
本	24	0.020	0.19	0.33	0.015	46.19	42.17	0.19	0.12	0.027	2.36	—	—	—	5	7	7	10			
	25	0.020	0.30	0.31	0.013	50.06	38.02	0.20	0.11	0.010	2.08	—	—	—	9	12	4	6			
比	26	0.019	0.30	0.33	0.013	52.32	36.44	0.19	0.10	0.010	2.11	4.06	—	—	9	12	4	13			
較	27	0.018	0.21	0.32	0.009	52.66	36.22	0.20	0.10	0.015	2.86	0.21	0.13	0.27	5	7	7	11			
	28	0.020	0.21	0.33	0.010	50.63	38.13	0.22	0.11	0.016	0.09	—	—	—	4	8	8	9			
本	29	0.018	0.26	0.36	0.010	50.71	38.02	0.19	0.10	0.015	0.61	—	—	—	8	10	4	7			

本：本発明合金

【0053】

【表2】

表 2 (続き)

区分	合金記号	熱間加工温度 (°C)	熱間割れ深さ (mm)	最大SCC深さ (μm)
本発明合金	13	1030	0	0
	14	1025	0	0
	15	1035	0	0
	16	1035	0	0
	17	1050	0	0
	18	1030	0	0
	19	1030	0	0
	20	1030	5.5	0
	21	1025	5.4	0
比較合金	22	1035	4.8	0
	23	1030	5.0	0
	24	1035	0	0
本発明合金	25	1000	1.2	0
	26	1005	1.6	0
	27	1000	1.8	0
	28	1030	0	90
	29	1030	0	0

本：本発明合金

表 2

区分	合金記号	熱間加工温度 (°C)	熱間割れ深さ (mm)	最大SCC深さ (μm)
本発明合金	1	1030	0	0
	2	1030	0	0*
	3	1040	0	0
	4	1030	0	0
	5	1030	0	0*
比較合金	6	1050	1.5	0
	7	1025	3.8	0
	8	1030	4.0	0
	9	1030	1.9	0*
	10	1030	3.6	0
	11	1030	5.1	0*
	12	1030	1.3	0

* 印は孔食あり (深さ ≤ 2 μm)

【0054】

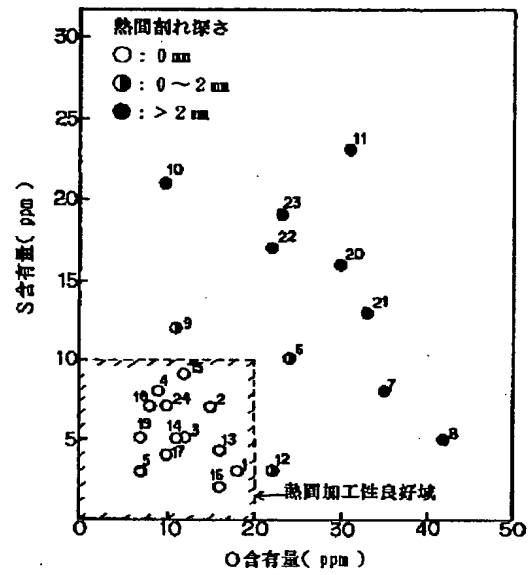
【発明の効果】本発明の合金は、Cl⁻含有高温水中における耐SCC性に優れるとともに、良好な熱間加工性を有する。この合金は、高温高圧水に曝される化学プラントや原子力プラント（沸騰水型軽水炉）の炉心などの構

造部材として好適なものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】熱間割れ深さに及ぼすSおよびO含有量の影響を示す図である。

【図 1】



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

Bibliography

(19) [Publication country] Japan Patent Office (JP)

(12) [Kind of official gazette] Open patent official report (A)

(11) [Publication No.] JP,7-11366,A

(43) [Date of Publication] January 13, Heisei 7 (1995)

(54) [Title of the Invention] The alloy excellent in hot-working nature and the corrosion resistance in high temperature hot water

(51) [International Patent Classification (6th Edition)]

C22C 19/05 F

30/00

C22F 1/10 H

[Request for Examination] Un-asking.

[The number of claims] 3

[Mode of Application] OL

[Number of Pages] 8

(21) [Application number] Japanese Patent Application No. 5-153479

(22) [Filing date] June 24, Heisei 5 (1993)

(71) [Applicant]

[Identification Number] 000002118

[Name] Sumitomo Metal Industries, Ltd.

[Address] 4-5-33, Kitahama, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka

(72) [Inventor(s)]

[Name] Yamanaka Kazuo

[Address] Inside of 4-5-33, Kitahama, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka Sumitomo Metal Industries, Ltd.

(72) [Inventor(s)]

[Name] Kajimura Haruhiko

[Address] Inside of 4-5-33, Kitahama, Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka Sumitomo Metal Industries, Ltd.

(74) [Attorney]

[Patent Attorney]

[Name] On an ear **** (besides one person)

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

Epitome

(57) [Abstract]

[Objects of the Invention] The alloy excellent in hot-working nature and corrosion resistance and its manufacture approach are offered.

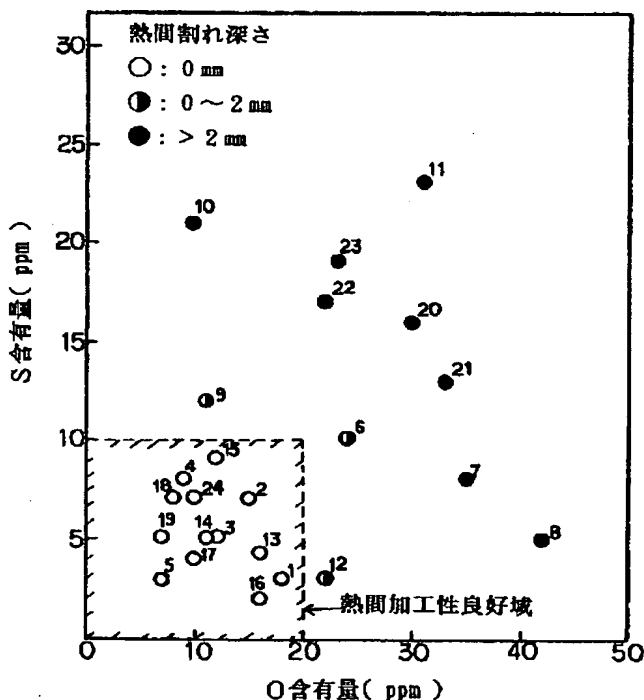
[Elements of the Invention] (1) C:0.03% or less, Si: 1.0% or less, Mn: 1.0% or less, Cr: 35-43%, nickel:40-57%, aluminum: 0.5% or less, Ti: Independently, respectively 0.5% or less, N:0.03% or less, calcium, Mg : [0.0004% or more,] In the sum total 0.001 - 0.03%, Nb : 0.1 - 3.0 % is contained and it is O in an impurity. 0.002% or less and S Alloy excellent in the hot-working nature which is 0.001% or less, and the corrosion resistance in high temperature hot water.

(2) Above It adds to a component given in (1), and is in total further about one sort of Mo, W, and V, or two sorts or more. The above of which 0.5-5.0 % content is done Alloy of (1).

(3) The above which terminates hot working at the temperature of at least 1020 degrees C or more (1) or (2) The manufacture approach of an alloy.

[Effect] The alloy of this invention is Cl. - While excelling in the SCC-proof nature in content high temperature hot water, it has good hot-working nature. This alloy is suitable as structural members, such as a reactor core of the chemical processing plant put to elevated-temperature high-pressure water, or an atomic power plant (boiling water reactor).

[Translation done.]



[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] At weight %, they are C:0.03% or less and Si. : 1.0% or less, Mn: 1.0% or less, Cr: 35-43%, nickel:40-57%, aluminum: 0.5% or less, Ti: Independently, respectively 0.5% or less, N:0.03% or less, calcium, Mg : [0.0004% or more,] In the sum total 0.001 - 0.03%, and Nb : 0.1 - 3.0 % is contained, the remainder consists of Fe and an unescapable impurity, and it is O in an impurity (oxygen). 0.002% or less and S Alloy excellent in the hot-working nature which is 0.001% or less, and the corrosion resistance in high temperature hot water.

[Claim 2] It adds to a component according to claim 1, and is in total at weight % further about one sort of Mo, W, and V, or two sorts or more. Alloy excellent in the hot-working nature of claim 1 of which 0.5-5.0 % content is done, and the corrosion resistance in high temperature hot water.

[Claim 3] The manufacture approach of the alloy according to claim 1 or 2 characterized by terminating hot working at the temperature of at least 1020 degrees C or more.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to corrosion resistance and the nickel-Cr alloy which was especially excellent in stress-corrosion-cracking-proof nature (it is hereafter described as SCC-proof nature), and hot-working nature suitable as a material of the ingredient used with the gestalt of a thick plate, the round bar, a pipe, a container, etc. in atomic energy or a chemical processing plant.

[0002]

[Description of the Prior Art] As the above-mentioned ingredient used in the atomic power plant (boiling water reactor) and chemical processing plant which are put to elevated-temperature high-pressure water As [indicate / by JP,62-9186,B, JP,59-232246,A, etc.] Nb addition amelioration alloy Alloy600 (a trade name and a 75%nickel-15%Cr-1.8 %Nb-7%Fe alloy --) all -- weight % the same -- amelioration Alloy690 alloy (60%nickel- **, a 30%Cr-1.8 %Nb-7%Fe alloy, wholly weight %) etc. -- there is an alloy represented by nickel radical alloy.

[0003] However, with nickel radical alloy of such Nb addition quantity Cr, elevated-temperature ductility is low, since hot-working nature is bad, a cracking crack and an end-face lug crack arise at the time of hot working, and there is a problem that the product of predetermined thickness is hard to be obtained. Furthermore, in the weld zone of the above-mentioned alloy, by the thermal effect, Nb is added, the effectiveness which stabilized [fixed as Nb (C, N)] Dissolution C and N disappears, and C re-dissolves during a crystal. For this reason, in a heat affected zone, Cr lack layer is formed near the grain boundary of a grain boundary deposit of Cr carbide, the so-called sensitization condition arises, and the phenomenon in which the corrosion resistance of that part deteriorates happens.

[0004] The alloy which adds Y 0.010 to 0.10% and improves hot-working nature is shown in 50 - 60% of nickel, and the alloy containing 33 - 38% of Cr(s) at JP,57-161043,A. However, it is quite difficult to control appropriately O (oxygen) harmful to hot-working nature in addition of only Y.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The purpose of this invention is to offer hot-working nature, the corrosion resistance in high temperature hot water, the alloy excellent in especially SCC-proof nature, and its manufacture approach.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The summary of this invention is a degree. (1) (2) An alloy and (3) It is in the manufacture approach of those alloys.

[0007] (1) At weight %, they are C:0.03% or less and Si : 1.0% or less, Mn: 1.0% or less, Cr: 35-43%, nickel:40-57%, aluminum: 0.5% or less, Ti: Independently, respectively 0.5% or less, N:0.03% or less, calcium, Mg : [0.0004% or more,] In the sum total 0.001 - 0.03%, and Nb : 0.1 - 3.0 % is contained, the remainder consists of Fe and an unescapable impurity, and it is O in an impurity (oxygen). 0.002% or less and S Alloy excellent in the hot-working nature which is 0.001% or less, and the corrosion resistance in high temperature hot water.

[0008] (2) Above It adds to a component given in (1), and is in total at weight % further about one sort of Mo, W, and V, or two sorts or more. The above of which 0.5-5.0 % content is done Alloy excellent in the hot-working nature of (1), and the corrosion resistance in high temperature hot water.

[0009] (3) The above characterized by terminating hot working at the temperature of at least 1020 degrees C or more (1) Or the above (2) The manufacture approach of the alloy a publication.

[0010] CI which is an ion kind with the "high temperature hot water" harmful to SCC-proof nature as used in the field of this invention - Temperature containing ion The water of 250 - 350 ** extent is meant.

[0011]

[Function] this invention persons made this invention based on the knowledge of ** of a degree - **.

[0012] ** rather than the alloy (Cr:15-35%, Nb:0.10-2.0 %) shown in said JP,58-153763,A, by what Cr content is further raised for (Cr:35-43%), the sensitization of a heat affected zone can be boiled markedly and it can mitigate. For this reason, localized corrosion, such as stress corrosion cracking, does not arise and corrosion resistance does not deteriorate.

[0013] ** And the above-mentioned effectiveness improves by making Nb content and Nb/C proper.

[0014] ** In order to raise hot-working nature, it is necessary to control O and S which are an impurity component to a content proper to coincidence.

[0015] ** It is more effective to be difficult and for an affinity with Mg and S with a large affinity with O to carry out compound addition of the large calcium in a proper amount in Y (rare earth elements) addition as shown in said JP,57-161043,A, in order to control O and S proper.

[0016] ** There is suitable temperature which lessens crack generating among the hot-working termination temperature.

[0017] Hereafter, the reason which limited the chemical composition and hot-working termination temperature of an alloy of this invention as mentioned above is explained. % Mean weight %.

[0018] C:0.03%or less C is an element which chromium carbide (Cr₂₃C₆) is deposited, is made to produce Cr lack layer in a grain boundary by the thermal effect in the case of welding, and brings about corrosion-resistant degradation. Since the corrosion resistance in the grain community where C content exceeds 0.03% deteriorated, the content was made into 0.03% or less.

[0019] Si, Mn : respectively 1.0% or less, each of Si and Mn is elements which act as a deoxidizer of an alloy, and it is required respectively to make it contain to some extent. However, a content all Since the weldability and cleanliness of an alloy will be reduced if it exceeds 1.0%, it is a content, respectively. It could be 1.0% or less.

[0020] Cr: 35-43%Cr is an indispensable element in order to maintain SCC-proof nature. It cannot prevent that Cr lack layer arises that this content is 35% or less in a heat affected zone, but sensitization becomes remarkable. For this reason, neither stress-corrosion-cracking-proof nature nor corrosion resistance is securable.

[0021] On the other hand, if it exceeds 43%, an intermetallic compound will generate and degradation of hot-working nature will be caused. Therefore, the range of Cr content was made into 43% or less 35% or more.

[0022] nickel: 40 - 57%nickel raises the SCC-proof nature in the high temperature hot water which is an element effective in corrosion resistance improvement, and contains especially acid resistance and a chlorine ion (Cl⁻). In order to acquire this effectiveness, nickel content needs to consider as 40% or more. On the other hand, although it is not necessary to establish an upper limit especially from a corrosion resistance viewpoint, if the content of other elements, such as Cr, is taken into consideration, considering as 57% is enough as the upper limit of nickel content.

[0023] aluminum: 0.5% or less, like [aluminum] Si and Mn, although it is an effective element as a

deoxidizer, the content of it exceeds 0.5%, in order to reduce the cleanliness of an alloy it could be 0.5% or less.

[0024] Ti: 0.5% or less Ti combines with N, and is TiN. Or it is an element effective in fixing N as Ti (C, N) and improving hot-working nature. Ti content Since the effectiveness would be saturated if it exceeds 0.5%, the upper limit was made into 0.5 %.

[0025] N: 0.03% or less N is TiN if the content increases. Since the origin of pitting is easy to come while system inclusion increases and worsening the cleanliness of an alloy, it is necessary to control N content to 0.03% or less.

[0026] Nb : With a 0.1 – 3.0 % nickel radical alloy (nickel content is 40% or more), the Nb of the fixed effect of C is larger than Ti. Therefore, Nb is made to contain, in order to fix C and to control generation of Cr carbide.

[0027] For acquiring this effectiveness, it is Nb content. It is necessary to consider as 0.1–3.0 %.

[0028] Since Nb content becomes inadequate [under 0.1 % / the fixed effect of Above C], sensitization arises and intergranular corrosion becomes easy to happen. On the other hand, if 3.0 % is exceeded, the fixed effect will be saturated upwards and elevated-temperature ductility will be reduced greatly.

Therefore, the range of Nb content It could be 0.1 – 3.0%.

[0029] calcium, Mg: Be in 0.0004% or more and the sum total at independent, respectively. calcium and Mg are elements with the respectively large affinity of S and O harmful to hot-working nature 0.001 to 0.03%. carrying out compound content of calcium and Mg, while reducing S and O which exist in an alloy, in order to make hot-working nature good — S and O — respectively — CaS and MgO ***** — to fix is required. In order to acquire this effectiveness, calcium and Mg are independent respectively, and it is in the sum total of 0.0004% or more, and calcium and Mg. It must be made to contain 0.001% or more. On the other hand, since the effectiveness is not only saturated, but inclusion increases and the cleanliness of an alloy was degraded when it exceeded 0.03% in total, the upper limit of these sum total contents was made into 0.03%.

[0030] O (oxygen) : If the amount which exists in 0.002% or less alloy increases, it will be the element which degrades hot-working nature, and will control to 0.002% or less.

[0031] S: If the amount which exists in an alloy increases like 0.001% or less O, it will be the element which degrades hot-working nature, and will control below to 0.001 %.

[0032] a grain boundary — segregating — grain boundary embrittlement — a lifting — being easy — calcium of the above controlling [and] O and S in the above-mentioned range to coincidence, and Mg — S and O — respectively — CaS and MgO ***** — by fixing, the cracking crack and end-face lug crack at the time of hot working generated in a grain boundary can be prevented.

[0033] One sort chosen from among the following elements if needed or two sorts or more can be made to contain with the alloy of this invention.

[0034] Mo, W, V: These elements are elements effective in improvement in pitting-proof nature. In these elements, one sort of contents or two or more sorts of sum total contents, respectively It adds so that it may become 0.5 – 5.0 %. At less than 0.5%, since a surface passive state coat is not strengthened, sufficient improvement in pitting-proof nature cannot be desired. On the other hand, if 5.0 % is exceeded, this effectiveness is not only saturated, but it will degrade hot-working nature remarkably.

[0035] Hot-working termination temperature: A 1020-degree-C or more quantity Cr quantity nickel alloy has high deformation resistance also in an elevated temperature, and is difficult hot working. Therefore, hot-working nature is sensitive to the termination temperature of processing. At less than 1020 degrees C, the deformation resistance of an alloy base (inside of a grain) is remarkable, and hot-working termination temperature is high, and as a result of the reinforcement in a grain becoming high compared with grain boundary reinforcement and grain boundary reinforcement's falling relatively, it becomes easy to generate an intercrystalline crack.

[0036] For this reason, termination temperature of hot working was made into 1020 degrees C or more. Although especially this upper limit is not limited, since big and rough-ization of crystal grain will be caused and the mechanical property of an alloy will be degraded if it becomes high temperature not much, it is desirable to consider as 1100 degrees C or less.

[0037] this invention alloy contains the aforementioned component. The desirable organization of this invention alloy is an organization which controls the deposit of Cr₂₃C₆ to the grain boundary, and enabled it to prevent generation of Cr lack layer near the grain boundary, and SCC generating by this. For this reason, it is desirable to perform suitable heat treatment.

[0038] There are annealing for adjusting a mechanical property and heat treatment which loses Cr lack layer given if needed after that as heat treatment of this invention alloy.

[0039] The temperature at the time of annealing the alloy of this invention is good to consider as 1000–1200 degrees C. Annealing temperature becomes [proof stress, hardness,] large beyond the need in tension strength at less than 1000 degrees C. On the other hand, if it exceeds 1200 degrees C, while crystal grain will make it big and rough remarkably, a predetermined property is no longer acquired about tensile strength, proof stress, hardness, etc.

[0040] The alloy of this invention is at the temperature below 800 °C to a pan, although fully excelled in corrosion resistance also with such annealing. If heat treatment of 0.1 hours or more is performed, since Cr will be spread from the inside of crystal grain to a grain boundary and Cr lack layer near the grain boundary will be recovered, the grain boundary mold SCC under the alkali existence of elevated-temperature high concentration stops generating, even if there is a grain boundary deposit of Cr₂₃C₆.

[0041]

[Example] Table 1 (1) And table 1 (2) The alloy of the shown chemical composition was ingoted with the vacuum melting process, and it considered as the steel ingot with a 150 mm angles x die length of 1000mm. No.1–5 of Table 1, No.13–19, and No.24 And No.29 this invention alloy, No.6–12, and No.20–23 — and — No.25–28 are a comparison alloy.

[0042] These alloys are used and they are the hot-working sex test and Cl. – The inter granular stress corrosion crack-proof sex test in the inside of the high temperature hot water to contain was performed.

[0043] (1) After heating the hot-working sex-test above-mentioned steel ingot at 1200 degrees C for 5 hours, the plate with a thickness of 50mm was made between heat. The termination temperature of hot working of each alloy at this time is shown in Table 2.

[0044] Thus, while investigating the existence of the crack of the front face of the obtained thick plate by PT (impregnating method), after cutting and grinding about a thing with a crack, the approach of breaking with an optical microscope and measuring the depth estimated hot-working nature. These test results are shown in Table 2 and drawing 1 .

[0045] (2) Inter granular stress corrosion crack-proof nature (SCC-proof nature) test above (1) After reheating a plate with a thickness of 50mm obtained at 1200 degrees C, it hot-rolled to 7mm in thickness. Furthermore, the annealing back of 1100 degrees C and 30-minute air cooling, and 700 degree C and the sensitization of 1 hour were performed in the argon ambient atmosphere. The strip specimen with a 2mm [in thickness] x width-of-face [of 10mm] x die length of 75mm produced from the plate which performed this sensitization was used for the SCC-proof test piece.

[0046] SCC-proof nature is emery paper about these test pieces. After being immersed for 1000 hours into the high temperature hot water which bends in a U character mold, restrains with a bolt and a nut, and contains 3% of NaCl of 350 °C within an autoclave container after grinding by No. 320, the approach of measuring with an optical microscope estimated the maximum crack depth. These results are shown in Table 2.

[0047] Drawing 1 is drawing showing the effect of S exerted on the hot-tearing depth, and O content. the number in drawing — alloy No. of Table 1 corresponding — an axis of ordinate and an axis of abscissa — Wtppm It is displaying.

[0048] S content is 10 ppm so that Table 2 and drawing 1 may show. Following and O content is 20 ppm or less, and a content (calcium+Mg) is 10 ppm. It is above, and with this invention alloy (No.1–5, No.13–19, No.24, and No.29) which made hot-working termination temperature 1020 degrees C or more, hot tearing is not accepted and is good. [of the SCC-proof nature in high temperature hot water]

[0049] With the comparison alloy (No.6–12, No.20–23, No.28) which separates from the range which any 1 of each contents of S, O, and (calcium+Mg) Nb or two or more appoint by this invention on the other hand, even if it is the case where hot-working termination temperature is 1020 degrees C or more, hot tearing occurs. Even if chemical composition is the range appointed by this invention, with a comparison alloy (No.25–27) with low hot-working termination temperature, hot tearing occurs similarly.

[0050] If each content and hot-working termination temperature of S, O, and (calcium+Mg) are within the limits defined by this invention with a comparison alloy (No.28) with Nb content lower than minimum 0.1 % defined by this invention, although hot tearing is not generated, strongly in response to the fact that the effect of sensitization, corrosion resistance will deteriorate, and it is Cl. – Stress corrosion cracking is produced in content high temperature hot water.

[0051]

表 1 (1)

区 分	合金No	化 学 组 成										(重量%, Fe: bal)					化 学 组 成 (重量 ppm)				
		C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Ti	Al	N	Nb	Mo	W	V	Mg	Ca	S	O			
本発明合金		1	0.021	0.27	0.44	0.011	52.22	38.04	0.23	0.12	0.020	2.20	—	—	12	4	3	18			
		2	0.019	0.23	0.44	0.011	53.10	36.10	0.21	0.10	0.022	2.23	—	—	5	5	7	15			
		3	0.019	0.23	0.40	0.010	50.06	39.51	0.21	0.10	0.018	2.36	—	—	7	6	5				
		4	0.022	0.20	0.40	0.009	51.02	39.63	0.23	0.11	0.028	1.55	—	—	5	8	8	9			
比 較 合 金		5	0.021	0.21	0.41	0.010	54.81	35.76	0.23	0.10	0.019	2.44	—	—	12	10	3	7			
		6	0.020	0.20	0.46	0.014	53.06	37.01	0.22	0.10	0.015	2.22	—	—	5	3	10	24			
		7	0.020	0.26	0.44	0.011	52.48	38.66	0.20	0.11	0.018	2.40	—	—	5	1.5	8	35			
		8	0.018	0.23	0.45	0.011	52.61	39.83	0.20	0.09	0.016	2.63	—	—	7	1	5	42			
		9	0.018	0.23	0.45	0.010	53.08	35.23	0.21	0.13	0.016	2.09	—	—	3	6	12	11			
		10	0.018	0.22	0.43	0.016	52.29	38.55	0.21	0.11	0.018	2.28	—	—	1.5	5	21	10			
		11	0.019	0.19	0.40	0.013	53.09	35.98	0.21	0.11	0.020	1.06	—	—	1.5	2	23	31			
		12	0.021	0.20	0.33	0.013	50.88	39.01	0.20	0.11	0.018	2.60	—	—	5	3	3	22			

[Table 1 (1)]

[0052]
[Table 1 (2)]

表 1 (2)

区 分	合 金 号	化 学 组 成 (重量%, Fe: bal)											化 学 组 成 (重量 ppm)					
		C	Si	Mn	P	Ni	Cr	Ti	Al	N	Nb	Mo	W	V	Mg	Ca	S	O
本 発 明	13	0.020	0.22	0.48	0.013	55.08	35.63	0.19	0.09	0.018	2.33	0.65	—	—	9	5	4	16
	14	0.019	0.26	0.47	0.010	51.66	36.69	0.20	0.10	0.020	1.22	4.23	—	—	7	7	5	11
	15	0.018	0.20	0.36	0.013	52.26	37.01	0.19	0.10	0.016	0.98	—	0.88	—	4	6	9	12
	16	0.018	0.30	0.36	0.012	54.32	35.06	0.26	0.09	0.016	1.63	—	4.01	—	18	5	2	16
	17	0.019	0.28	0.35	0.011	52.63	38.77	0.22	0.13	0.015	2.88	—	—	0.70	9	8	4	10
合 金	18	0.020	0.26	0.36	0.011	53.69	36.13	0.20	0.10	0.018	2.76	—	—	4.88	5	9	7	8
	19	0.020	0.25	0.36	0.012	53.11	37.63	0.20	0.10	0.018	2.13	0.29	0.31	0.10	7	10	5	5
	20	0.018	0.23	0.41	0.012	52.67	36.88	0.22	0.10	0.020	0.86	3.89	—	—	2	2	16	30
	21	0.018	0.23	0.41	0.010	52.18	37.21	0.26	0.09	0.026	1.53	—	2.56	—	3	1	13	33
	22	0.020	0.20	0.33	0.010	54.69	37.00	0.19	0.13	0.018	2.21	—	—	4.61	2	1.5	17	22
本 発 明	23	0.018	0.20	0.35	0.013	50.36	36.88	0.19	0.13	0.018	2.00	0.41	0.10	0.21	2	1.5	19	23
	24	0.020	0.19	0.33	0.015	46.19	42.17	0.19	0.12	0.027	2.36	—	—	—	5	7	7	10
	25	0.020	0.30	0.31	0.013	50.06	38.02	0.20	0.11	0.010	2.08	—	—	—	9	12	4	6
	26	0.019	0.30	0.33	0.013	52.32	36.44	0.19	0.10	0.010	2.11	4.06	—	—	9	12	4	13
	27	0.018	0.21	0.32	0.009	52.66	36.22	0.20	0.10	0.015	2.66	0.21	0.13	0.27	5	7	7	11
合 金	28	0.020	0.21	0.33	0.010	50.63	38.13	0.22	0.11	0.016	0.09	—	—	—	4	8	8	9
	29	0.018	0.26	0.36	0.010	50.71	38.02	0.19	0.10	0.015	0.61	—	—	—	9	10	4	7

本：本発明合金

[0053]

[Table 2]

表 2 (続き)

区分	合金No	熱間加工度 (°C)	熱間割れさ 熱深 (mm)	最大SCC 熱深 (μm)
本発明合金	13	1030	0	0
	14	1025	0	0
	15	1035	0	0
	16	1035	0	0
	17	1050	0	0
比較合金	18	1030	0	0
	19	1030	0	0
	20	1030	5.5	0
	21	1025	5.4	0
	22	1035	4.8	0
本発明合金	23	1030	5.0	0
	24	1035	0	0
	25	1000	1.2	0
	26	1005	1.6	0
	27	1000	1.8	0
比較合金	28	1030	0	90
	29	1030	0	0

本：本発明合金

表 2

区分	合金No	熱間加工度 (°C)	熱間割れさ 熱深 (mm)	最大SCC 熱深 (μm)
本発明合金	1	1030	0	0
	2	1030	0	0*
	3	1040	0	0
	4	1030	0	0
	5	1030	0	0*
比較合金	6	1050	1.5	0
	7	1025	3.8	0
	8	1030	4.0	0
	9	1030	1.9	0*
	10	1030	3.6	0
	11	1030	5.1	0*
	12	1030	1.3	0

* 印は孔食あり (深さ ≤ 2 μm)

[0054]

[Effect of the Invention] The alloy of this invention is Cl. - While excelling in the SCC-proof nature in content high temperature hot water, it has good hot-working nature. This alloy is suitable as structural members, such as a reactor core of the chemical processing plant put to elevated-temperature high-pressure water, or an atomic power plant (boiling water reactor).

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is drawing showing the effect of S exerted on the hot-tearing depth, and O content.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

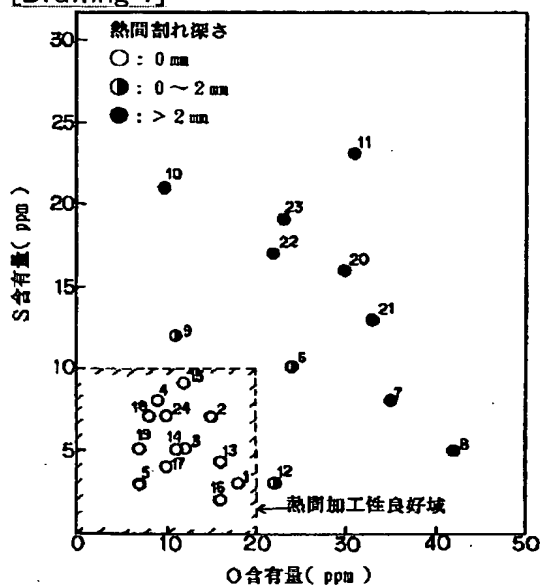
1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]



[Translation done.]